

Калустова Д.О., Корнага В.І., канд. техн. наук, Рибалочка А.В., канд. техн. наук., с.н.с.

<sup>1</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, 03028, м. Київ, пр.

Науки, 41, тел.: (044) 525-55-20, e-mail: [dariakalustova@gmail.com](mailto:dariakalustova@gmail.com)

Валюх С.І., канд. техн. наук

Факультет фізики, хімії та біології, Університет Лінчепінг, Лінчепінг, Швеція, 58183

## **МЕТОДИ ОТРИМАННЯ БІЛОГО СВІТЛА В RGBW СИСТЕМАХ ОСВІТЛЕННЯ**

Сучасна людина багато часу проводить під штучними джерелами світла, тому важливим завданням є створення комфортного світлового середовища для роботи та відпочинку. Це передбачає відтворення параметрів природнього світла, зокрема динамічну зміну інтенсивності та відтінків білого світла при забезпеченні високих параметрів кольоропередачі. Найбільш перспективними з цієї точки зору є RGBW-системи освітлення, які дозволяють отримати нескінченну кількість варіантів спектральних характеристик та комбінацій візуальних та циркадних параметрів результуючого світла при заданих координатах колірності на хроматичній діаграмі  $xuY$  (заданій корельованій колірній температурі). Такі системи потребують використання додаткових умов для визначення ефективного співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодних компонентів для забезпечення високих параметрів кольоропередачі та світлової віддачі в точках на кривій Планка у широкому діапазоні корельованих колірних температур (CCT).

Представлено два методи отримання білого світла в RGBW системах освітлення, які дозволяють однозначно визначити співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодів системи в заданих координатах колірності та додатково спростити та оптимізувати систему керування освітлювальним пристроєм. Перший метод генерації білого світла базується на умові мінімізації внеску кольорової RGB-складової у результуюче світло для забезпечення високої світлової віддачі системи у широкому діапазоні CCT при одночасному використанні лише трьох світлодіодів з чотирьох. Другий метод полягає у стабілізації пропорції інтенсивності випромінювання білого та червоного світлодіодів для забезпечення високих параметрів кольоропередачі результуючого білого світла у широкому діапазоні CCT при спрощенні системи керування за рахунок використання одного каналу для цих двох світлодіодів.

При використанні запропонованих методів досліджено вплив параметрів білого світлодіоду на параметри результуючого світла RGBW-систем. Для цього проведено комп'ютерне моделювання спектральних характеристик результуючого світла та визначено його світлові, колірні та циркадні параметри в діапазоні CCT від 2500K до 7000K для систем з однаковими кольоровими RGB світлодіодами, але різними білими компонентами. Використано сім білих світлодіодів з різними CCT (теплий, нейтральний, холодний білий) та різними індексами кольоропередачі Ra (73, 82, 95).

Показано, що для забезпечення високих значень параметрів кольоропередачі та світлової віддачі результуючого білого світла у широкому діапазоні CCT найбільш доцільно використовувати білі світлодіоди з CCT, які лежать у нижній межі діапазону, який потрібно забезпечити (у системах для відтворення параметрів денного світла це, переважно, теплі білі світлодіоди з CCT 2500 – 3200 K) та з індексом кольоропередачі близьким до 80. Зокрема, при застосуванні методу стабілізації пропорції інтенсивності випромінювання білого та червоного світлодіодів та її фіксації на рівні 100:6, можна отримати біле світло з індексом кольоропередачі вище 90 при світловій віддачі вище 130 лм/Вт у діапазоні CCT від 3000 до 7000K.

Для більш детального аналізу можливостей RGBW-систем представлено простір візуальних та циркадних параметрів, які можуть бути отримані при визначеному наборі

світлодіодів. За результатами запропоновано ряд критеріїв вибору співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодів системи для забезпечення комфортного світлового середовища в залежності від пріоритетності вимог по якості світла.

### ***МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛОГО СВЕТА В RGBW СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ***

Калустова Д.А., Корнага В.И., Рыбалочка А.В., Валух С.И.

### ***METHODS FOR OBTAINING WHITE LIGHT IN RGBW LIGHTING SYSTEMS***

Kalustova D.O., Kornaga V.I., Rybalochka A.V., Valyukh S.I.

**УДК 628.9**

**Несжмаков П.І., д-р техн. наук, проф., Говорова К.В., асп.**

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

[hovorova.metrology.kh@gmail.com](mailto:hovorova.metrology.kh@gmail.com)

### ***ИНДЕКС КОЛЬОРОПЕРЕДАЧИ: ПОКРАЩЕНИЯ ОЦЕНИВАНИЯ КОЛІРНОЇ РІЗНИЦІ***

#### **Вступ.**

З розробленням нових джерел світла (наприклад LED) питання оцінки властивостей передавання кольору цими джерелами набуло важливого практичного значення. Переважна більшість таких джерел світла призначені для освітлення, що наближено до денного освітлення, торгових центрів, на виробництві, в театрах, житлових будівлях, тощо. Суб'єктивне сприйняття кольору світла, що випромінюється такими джерелами, відповідає кольору фази природного денного світла в межах від 4000 К до 6500 К. Проте, відносне спектральне розподілення енергії випромінювання багатьох штучних джерел денного світла не відповідає розподіленню енергії природного денного світла відповідного або наближеного кольору (колірної температури). Невідповідність спектральної складової є основним чинником, за яким колір предмету, при освітленні різними джерелами світла буде відрізнятися. Для врахування цього показника було введено таку характеристику фотометричної величини як кольоропередача. Загальний індекс кольоропередачі визначається як середнє арифметичне значення восьми (або більше) значень різниці координат кольору та кольоровості  $\Delta E_{a,i}$  для восьми (або більше) стандартних зразків [1]. Колірна різниця розраховується на основі порівняння (у векторних одиницях) спектральних характеристик джерела світла та спектральної густини потоку випромінювання, вибраногов якості еталонного - абсолютного чорного тіла. Для зменшення невизначеності обирається еталонний випромінювач, колірна температура якого максимально наближена до джерела випромінювання, що досліджується, тобто еталонне випромінювання вибирається таким чином, щоб колірна різниця була, наскільки це можливо, меншою, ніж  $5,4 \cdot 10^{-3}$  [1]. Такий критерій хоча й виключає необхідність врахування зміни стану адаптації ока, проте не враховує неоднорідності сприйняття колірної відмінності.

#### **Основна частина.**

Колірними просторами CIE 1976 p.L\*a\*b\* забезпечується обчислення колірної різниці у вигляді векторних відстаней в цих просторах. Промислова практика визначення малих значень колірної різниці показує неоднорідні результати в розрахункових значеннях у різних діапазонах і в різних напрямках у наведеному колірному просторі [2]. У звіті «Параметричні ефекти при оцінці колірної різниці» [3] описується кілька факторів, які впливають на співвідношення між розрахованими параметрами колірної різниці та результатами вимірювань колірних параметрів. За результатами досліджень було визначення базові умови зорових задач, на основі яких було прийнято формулу визначення колірної різниці. Комітет вимірювання кольорів співтовариства фарб і кольорів (Colour Measurement Committee of the Society of